

BAI

甲第 4 号証

(19)日本国特許庁(J-P)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-152609

(43)公開日 平成5年(1993)6月18日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>

H01L 33/00

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

N 8934-4M

審査請求 未請求 請求項の数1(全 3 頁)

(21)出願番号

特願平3-336011

(22)出願日

平成3年(1991)11月25日

(71)出願人 000226057

日至化学工業株式会社

徳島県阿南市上中町岡491番地100

(72)発明者

多田 芳昭

徳島県阿南市上中町岡491番地100 日至化学工業株式会社内

(72)発明者

中村 修二

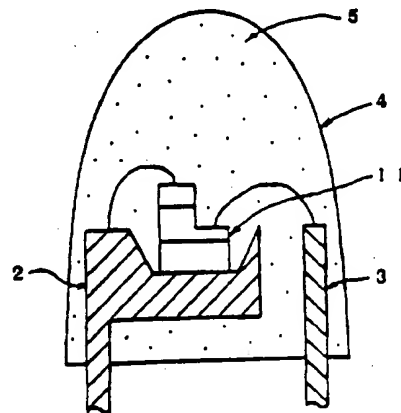
徳島県阿南市上中町岡491番地100 日至化学工業株式会社内

(54)【発明の名称】 発光ダイオード

(51)【要約】

【目的】 発光ピークが430nm付近、および370nm付近にある窒化ガリウム系化合物半導体材料よりなる発光素子を有する発光ダイオードの視感度を良くし、またその輝度を向上させる。

【構成】 ステム上に発光素子を有し、それを樹脂モールドで包囲してなる発光ダイオードにおいて、前記発光素子が、一般式Ga<sub>1-x</sub>Al<sub>x</sub>In (但し0≦x≦1である)で表される窒化ガリウム系化合物半導体よりなり、さらに前記樹脂モールド中に、前記窒化ガリウム系化合物半導体の発光により励起されて蛍光を発する蛍光染料、または蛍光顔料が添加されてなる発光ダイオード。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ステム上に発光素子を有し、それを樹脂モールドで包囲してなる発光ダイオードにおいて、前記発光素子が、一般式  $Ga_{1-x}Al_xIn$  (但し  $0 \leq x \leq 1$  である) で表される窒化ガリウム系化合物半導体よりなり、さらに前記樹脂モールド中に、前記窒化ガリウム系化合物半導体の発光により励起されて蛍光を発する蛍光染料、または蛍光顔料が添加されてなることを特徴とする発光ダイオード。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は発光素子を樹脂モールドで包囲してなる発光ダイオード（以下LEDという）に係り、特に一種類の発光素子で多種類の発光ができ、さらに高輝度な波長変換発光ダイオードに関する。

【0002】

【従来の技術】 一般に、LEDは図1に示すような構造を有している。1は1mm角以下に切断された例えばGaAlAs、GaP等よりなる発光素子、2はメタルステム、3はメタルポスト、4は発光素子を包囲する樹脂モールドである。発光素子1の裏面電極はメタルステム2に銀ペースト等で接着され電氣的に接続されており、発光素子1の表面電極は他端子であるメタルポスト3から伸ばされた金線によりその表面でワイヤボンディングされ、さらに発光素子1は透明な樹脂モールド4でモールドされている。

【0003】 通常、樹脂モールド4は、発光素子の発光を真空中に効率よく放出する目的で、屈折率が高く、かつ透明度の高い樹脂が選択されるが、他に、その発光素子の発光色を変換する目的で、あるいは色を補正する目的で、その樹脂モールド4の中に着色剤として無機顔料、または有機顔料が混入される場合がある。例えば、GaPの半導体材料を有する緑色発光素子の樹脂モールド中に、赤色顔料を添加すれば発光色は白色とすることができる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来、樹脂モールドに着色剤を添加して波長を変換するという技術はほとんど実用化されておらず、着色剤により色補正する技術がわずかに使われているのみである。なぜなら、樹脂モールドに、波長を変換できるほどの非発光物質である着色剤を添加すると、LEDそのものの自体の輝度が大きく低下してしまうからである。

【0005】 ところで、現在、LEDとして実用化されているのは、赤外、赤、黄色、緑色発光のLEDであり、青色または紫外のLEDは未だ実用化されていない。青色、紫外発光の発光素子はII-VI族のZnSe、I-V族のSiC、III-V族のGaIn等の半導体材料を用いて研究が進められ、最近、その中でも一般式  $Ga_{1-x}Al_xIn$  (但し  $x$  は  $0 \leq x \leq 1$  である。) で表される窒

化ガリウム系化合物半導体が、常温で、比較的優れた光を示すことが発表され注目されている。また、窒化ガリウム系化合物半導体を用いて、初めてpn接合を実現したLEDが発表されている（応用物理、60巻、2号、p163～p166、1991）。それによるとpn接合の窒化ガリウム系化合物半導体を有するLEDの発光波長は、主として430nm付近にあり、さらに370nm付近の紫外域にも発光ピークを有している。その波長は上記半導体材料の中で最も短い波長である。しかし、そのLEDは発光波長が示すように紫色に近い発光色を有しているため視感度が悪いという欠点がある。

【0006】 本発明はこのような事情を鑑みなされたもので、その目的とするところは、発光ピークが430nm付近、および370nm付近にある窒化ガリウム系化合物半導体材料よりなる発光素子を有するLEDの視感度を良くし、またその輝度を向上させることにある。

【0007】

【課題を解決するための手段】 本発明は、ステム上に発光素子を有し、それを樹脂モールドで包囲してなる発光ダイオードにおいて、前記発光素子が、一般式  $Ga_{1-x}Al_xIn$  (但し  $0 \leq x \leq 1$  である) で表される窒化ガリウム系化合物半導体よりなり、さらに前記樹脂モールド中に、前記窒化ガリウム系化合物半導体の発光により励起されて蛍光を発する蛍光染料、または蛍光顔料が添加されてなることを特徴とするLEDである。

【0008】 図2は本発明のLEDの構造を示す一実施例である。11はサファイア基板の上にGaAlInがn型およびp型に積層されてなる青色発光素子、2および3は図1と同じくメタルステム、メタルポスト、4は発光素子を包囲する樹脂モールドである。発光素子11の裏面はサファイアの絶縁基板であり裏面から電極を取り出せないため、GaAlIn層のn電極をメタルステム2と電氣的に接続するため、GaAlIn層をエッチングしてn型層の表面を露出させてオーミック電極を付け、金線によって電氣的に接続する手法が取られている。また他の電極は図1と同様にメタルポスト3から伸ばした金線によりp型層の表面でワイヤボンディングされている。さらに樹脂モールド4には420～440nm付近の波長によって励起されて480nmに発光ピークを有する波長を発光する蛍光染料5が添加されている。

【0009】

【発明の効果】 蛍光染料、蛍光顔料は、一般に短波長の光によって励起され、励起波長よりも長波長光を発光する。逆に長波長の光によって励起されて短波長の光を発光する蛍光顔料もあるが、それはエネルギー効率が非常に悪く微弱にしか発光しない。前記したように窒化ガリウム系化合物半導体はLEDに使用される半導体材料の中で最も短波長側にその発光ピークを有するものであり、しかも紫外域にも発光ピークを有している。そのためそれを発光素子の材料として使用した場合、その短波長

を包囲する樹脂モールドに蛍光染料、蛍光顔料を添加することにより、最も好適にそれら蛍光物質を励起することができる。したがって青色LEDの色補正はいうにおよばず、蛍光染料、蛍光顔料の種類によって数々の波長の光を変換することができる。さらに、短波長の光を長波長に変え、エネルギー効率がよい為、添加する蛍光染料、蛍光顔料が微量で済み、輝度の低下の点からも非常に好都合である。

【図面の簡単な説明】

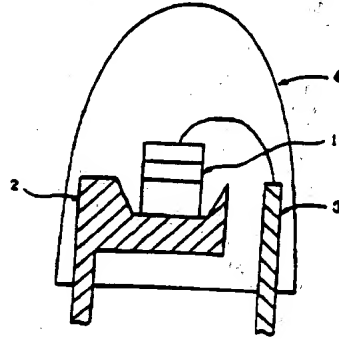
【図1】 従来のLEDの構造を示す模式断面図。

【図2】 本発明のLEDの一実施例の構造を示す模式断面図。

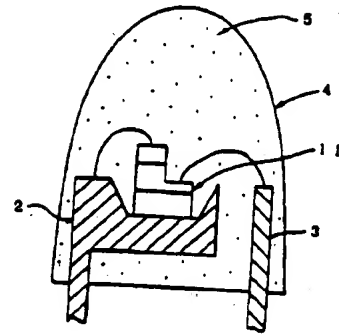
【符号の説明】

- |   |        |   |        |
|---|--------|---|--------|
| 1 | 発光素子   | 2 | メタルステム |
| 3 | メタルポスト | 4 | 樹脂モールド |
| 5 | 蛍光染料   |   |        |

【図1】



【図2】



BAI

Japan Kokai [Unexamined] Patent 5-152609/1993

Date of Publication: 18 June 1993

Patent Application 3-336011/1991

Date of Application: 25 November 1991

Applicant: Nichi-A Kagaku Kogyo K.K.  
Inventors: Y. Tadatsu and S. Nakamura

[Title of Invention] Light Emitting Diode

[Abstract]

[Objective]

To improve the visibility and brightness of a light emitting diode which has a light emitting element consisting of semiconductor material of a gallium nitride based compound whose light emitting peaks are near 430 nm and 370 nm.

[Constitution]

In a light emitting diode comprising a light emitting element on a stem that is surrounded with a resin mold, the said light emitting element consists of a semiconductor of a compound based on gallium nitride which is expressed by the general formula  $Ga_xAl_{1-x}N$  (where  $0 < x < 1$ ), and in the said resin mold, there is added a fluorescent dyestuff or a fluorescent pigment which emits fluorescent light when excited by the light emission of the said semiconductor of a compound based on gallium nitride.

[Insert Figure 2]

[Claims of the Patent]

[Claim 1]

Light emitting diode which is characterized as follows: In a light emitting diode comprising a light emitting element on a stem that is surrounded with resin mold, the said light emitting element consists of a semiconductor of a compound based on gallium nitride which is expressed by the general formula  $Ga_xAl_{1-x}N$  (where  $0 < x < 1$ ), and in the said resin mold, there is added a fluorescent dyestuff or a fluorescent pigment which emits fluorescent light when excited by the light emission of the said semiconductor of the compound based on gallium nitride.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of Application in Industry]

This design is related to a light emitting diode (hereinafter, this is called an LED) which is made by surrounding a light

emitting element with a resin mold. In particular, it is related to the wavelength-converted light emitting diode which can emit many types of light from one type of light emitting element, and moreover, the light has high brightness.

[0002]

[Existing Technology]

In general, an LED has the construction shown in Figure 1. 1 is the light emitting element consisting of, for example, GaAlAs, GaP, etc, that is cut to less than 1 mm square, 2 is a metal stem, 3 is a metal post, and 4 is the resin mold that surrounds the light emitting element. The back face electrode of the light emitting element 1 is bonded to the metal stem 2 by silver paste so as to be connected electrically; the surface electrode of the light emitting element 1 is wire-bonded at its surface by a gold wire which is extended from the metal post 3 that is another terminal. Further, the light emitting element 1 is encased in the transparent resin mold 4.

[0003]

Normally, for the resin mold 4, a resin of high refractive index and high degree of transparency is selected for the purpose of discharging the emission of the light emitting element into the air with good efficiency; however, in addition, for the purpose of converting the emitting color of the light emitting element, or for the purpose of correcting the color, an inorganic pigment or organic pigment is mixed into the resin mold 4 in some cases as the coloring agent. For example, if a red pigment is added into the resin mold of the green color light emitting element that has a GaP semiconductor material, the color of the emitted light can be made to be the color white.

[0004]

[The Problem Which the Invention Intends to Solve]

However, in the past, the technology of converting the wavelength by adding a coloring agent to the resin mold was seldom used in practice; it was merely the technology of correcting color by a coloring agent was being used. The reason for this is that, if a coloring agent which is a non-emitting material is added to

the resin mold in an amount which can convert the wavelength, the brightness of the LED itself would drop very much.

[0005]

Now, what are being practically used currently as LEDs are LEDs which emit infrared, red, yellow and green colors; LEDs for blue color or UV are not yet being used practically. [To produce] light emitting elements that emit blue color light and UV, studies are being advanced in using such semiconductor materials as ZnSe of Group II-VI, SiC of Group IV-IV and GaN of Group III-V. Recently, among them, it was announced that the gallium nitride compound semiconductor expressed by the general formula  $Ga_xAl_{1-x}N$  ( $0 < x < 1$ ) exhibits relatively good light emission and this has drawn attention. Also, by using a gallium nitride compound semiconductor, an LED which realized the first pn junction was announced (Oyo Butsuri [Applied Physics], Vol. 60, No. 2, p. 163 - p. 166, 1991). According to this, the emission wavelength of the LED which comprises a pn junction gallium nitride compound semiconductor is mainly near 430 nm; also, it has an emission peak in the UV region near 370 nm. Its wavelength is the shortest wavelength among the aforementioned semiconductor materials. This LED, however, has the shortcoming of poor visibility because the emitting light is near the violet color as indicated by the emission wavelength.

[0006]

The present invention has been accomplished in view of this situation and its objective is to improve the visibility and brightness of the light emitting diode which has a light emitting element consisting of the semiconductor material of gallium nitride based compound whose light emitting peaks are near 430 nm and 370 nm.

[0007]

[The Means for Solving the Problem]

This invention is a light emitting diode which is characterized as follows: In a light emitting diode comprising a light emitting element on the stem that is surrounded with a resin mold, the said light emitting element consists of the semiconductor

of a compound based on gallium nitride which is expressed by the general formula  $\text{GaAl}_{1-I}\text{N}$  (where  $0 < I < 1$ ), and in the said resin mold, there is added a fluorescent dyestuff or a fluorescent pigment which emits fluorescent light when excited by the light emission of the said semiconductor of a compound based on gallium nitride.

[0008]

Figure 2 is an example of application which shows the construction of the LED of this invention. 11 is the light emitting element of blue color which is made by having GaAlN laminated to n type and p type [layers] on a sapphire substrate, 2 and 3 are the same metal stem and metal post as in Figure 1 and 4 is the resin mold that surrounds the light emitting element. The back face of the light emitting element 11 is an insulated substrate of sapphire and the electrode can not be taken out from the back face; therefore, in order to connect the n electrode of the GaAlN layer electrically to the metal stem 2, the GaAlN layer is etched to expose the surface of the n type layer and to attach an ohmic electrode and to make the electrical connection using a gold wire. Also, the other electrode is wire-bonded at the surface of the p type layer by a gold wire which is extended from the metal post 3 as in Figure 1. Also, to the resin mold 4, there is added fluorescent dyestuff 5 which emits [light of] wavelengths having a light emission peak at 480 nm when excited by [light of] wavelength near 420 - 440 nm.

[0009]

#### [Effectiveness of the Invention]

The fluorescent dyestuff and fluorescent pigment are generally excited by light of short wavelength and emit light of longer wavelength than the excitation wavelength. Conversely, there are also fluorescent pigments which emit short wavelength light with excitation by light of long wavelength, but in this case, the energy efficiency is very poor and light emission occurs only weakly. As mentioned above, the semiconductor of the compound of gallium nitride has its emission peak at the shortest wavelength side among the semiconductor materials which are used in LEDs, and furthermore, it has an emission peak in the UV region also.

Therefore, when this is used as the material of light emitting element, by adding fluorescent dye stuff or fluorescent pigment to the resin mold that surrounds the light emitting element, these fluorescent substances can be excited most optimally. Consequently, not only color correction of the blue color LED but also the conversion of the light of various wavelengths is possible by the types of fluorescent dyestuff and fluorescent pigments. Moreover, the light of short wavelength is converted to a longer wavelength, and as the energy efficiency is good, the amount of fluorescent dye and fluorescent pigment can be small, and this is also very convenient from the view point of [not] lowering the brightness.

[Brief Description of the Figures]

[Figure 1]

Schematic cross section diagram showing the construction of a conventional LED.

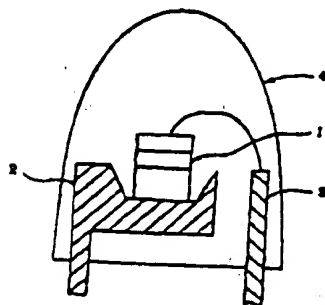
[Figure 2]

Schematic cross section diagram showing an example of application of this invention.

[Description of the Codes]

11 -- Light emitting element; 2 -- Metal stem; 3 -- Metal post; 4 -- Resin mold; 5 -- Fluorescent dye stuff

(図1)



(図2)

